Aus der Poliklinik und Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten der Freien Universität Berlin
(Direktor: Prof. Dr. med., Dr. med. dent. E. Harndt)
und aus der Strahlenabteilung des Städtischen Auguste-Viktoria-Krankenhauses zu Berlin
(Leiter: Prof. Dr. med. W. Frommhold)

DIE RÖNTGENOLOGISCHE DARSTELLUNG DER CARIES INCIPIENS

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde
an der medizinischen Fakultät der Freien Universität
Berlin

vorgelegt von
Eva-Maria Rittner
aus Dresden

1962

Aus der Poliklinik und Klinik für Zahn-, Mund- und
Kieferkrankheiten der Freien Universität Berlin
(Direktor: Prof. Dr. med., Dr. med. dent. E. Harndt)
und aus der Strahlenabteilung des Städtischen
Auguste-Viktoria-Krankenhauses zu Berlin
(Leiter: Prof. Dr. med. W. Frommhold)

DIE RÖNTGENOLOGISCHE DARSTELLUNG DER CARIES INCIPIENS

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde
an der medizinischen Fakultät der Freien Universität
Berlin

vorgelegt von
Eva-Maria Rittner
aus Dresden

Dekan : Professor Dr. med. Bernhard Schmidt

Referent : Professor Dr. med. , Dr. med. dent. Ewald Harndt

Korreferent : Professor Dr. med. Walter Frommhold

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Freien Universität Berlin

Promoviert am 19. November 1962

Druck : H. Franzen, Berlin 39 23 25

INHALTSVERZEICHNIS

Seite

I. Einleitung 2

II. Die röntgenologische Darstellung der Caries incipiens in der Literatur 7

III. Die Problemstellung dieser Arbeit 19

IV. Eigne Versuche

a) Präparatherstellung und Aufnahmetechnik der Röntgenbilder 2o

b) Ergebnisse 23

V. Folgerungen 41

VI. Diskussion 45

VII. Zusammenfassung 53

VIII. Literaturverzeichnis 55

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548014_0080

I. Einleitung

Zahlreiche Wissenschaftler bemühten sich, den Begriff " Karies " zu klären. Karies heißt " morsch sein ", doch damit ist noch nicht beschrieben ,was man darunter versteht.

M a t h i s (15) erläuterte das Krankheitsgeschehen folgendermaßen:" Die Karies ist vielmehr eine multikausalbedingte Zerstörung der harten Zahnsubstanzen, bei der die dazubefähigten normalen Mundsaprophyten gewissermaßen nebenbei unter den Verhältnissen des Kohlenhydratabbaues an hierzu disponierten Stellen der Zähne durch die entstehenden sauren Produkte Breschen in den Schmelz legen, ihn also korrodieren und in den entkalkten organischen Rückstand invadieren können. "

Da der Zahnschmelz entwicklungsgeschichtlich ektodermaler Herkunft ist und bei seiner Zerstörung die einheitliche ektodermale Auskleidung der Mundhöhle gestört wird , kann man die Karies als eine irreparable Epithelläsion auffassen.

Als einen chronischen destruktiven Vorgang ohne entzündliche Erscheinungen , einhergehend mit Nekrosen, definiert H a r n d t - im Gegensatz zu M e y e r, der den Begriff " Wunde " für die Karies ablehnt - die Zahnkaries.

Seit M i l l e r seine chemisch - parasitäre Theorie für die Kariesentstehung veröffentlichte, wird versucht sie in allen Einzelheiten nachzuweisen oder abzulehnen. Er hielt die haftenden Kohlenhydratspeisereste und

sich dazugesellende Mikroorganismen für die auslösenden Faktoren. Diese verursachen eine Gärung und dabei entstehen Säuren, welche die anorganischen Substanzen des Schmelzes angreifen. So wird den eindringenden Bakterien der Weg gebahnt (zit. b. W a n d e l t (21)).

P i c k e r i l l überprüfte Millers Theorie und konnte säurebildende Plaques auch bei zum Stillstand gekommenen kariösen Prozessen nachweisen. Woraus er folgerte, daß noch andere Faktoren für den Fortgang der Karies entscheidend sein müssen. Der erhöhte Muzingehalt des Speichels steht nach seiner Meinung in einem gewissen Verhältnis zum Auftreten der Karies (zit. b. W a n d e l t (21)).

Die Destruktion des Schmelzoberhäutchens ist die Voraussetzung für das Eindringen von Mikroorganismen in den Schmelz. Diese Invasion in die Zahnhartsubstanz wird ermöglicht durch eine " unharmonisch gebaute Schmelzstruk - tur", wie B a u m g a r t n e r 1911 (3) beschrieb, Den Gärungssäuren spricht er die führende Rolle für die Ka - riesentstehung ab.

Ebenfalls für den Beginn der Karies vom Schmelz aus tritt E g g e r s - L u r a (7) ein. Er untersuchte eingehend die im Speichel enthaltenen Enzyme, und davon besonders die Phosphatasen. Die letzteren seien verantwortlich für das Zustandekommen der Karies, die nach seiner Auffassung ein Aufbauprozeß ist, bei dem aus unlöslichen komplexe lösliche

Calciumverbindungen entstehen.

In den USA bemühte sich G o t t l i e b (zit. b. M e y e r (16)) um die Aufklärung der Kariesentstehung. Er fand proteolytische Mikroorganismen , die primär die organischen Bestandteile des Schmelzes angreifen sollen. Danach wäre für die anorganischen Salze das Gerüst verloren, und sie brächen ein. Somit handle es sich hier um einen eiweißzerstörenden Prozeß.

Der Amerikaner P i n c u s (17) will nachgewiesen haben, daß die auftretenden Säuren durch den Abbau der im Schmelz enthaltenen Polysaccharide entstanden sind.

C s e r n y e i (4) setzt seiner Theorie voraus, daß zwischen Schmelz und Dentin ein Stoffwechsel stattfindet. Er versucht zu beweisen, daß " ein elektiv lokalisierter nervöser Einfluß seitens des zentralen Nervensystems die Störung der biochemischen Vorgänge der Pulpa einzelner Zähne hervorrufen kann." Danach müßte die Karies via pulpa, also endogen, beginnen. Die oftmals an zwei benachbarten Zähnen auftretende Approximalkaries erklärt er damit, daß eine nervale Verbindung zwischen beiden Zähnen bestünde, und es dadurch zum fast gleichzeitigen Auftreten an beiden käme.

M a r t i n - I s e n b e r g - S c h a t z V. - T r e l a w n y und S c h a t z A. brachtem das Chelationsphänomen mit der Zahnkaries in Verbindung. Deren Er-

kenntnisse faßte W a n d e l t (21) wie folgt zusammen : " In Bezug auf die Zahnheilkunde gelang es den obengenannten Autoren, aus pulverisierter Zahnhartsubstanz mit Hilfe verschiedener organischer Chelatoren das Calcium in hohem Maße herauszulösen. " Danach wäre es möglich, die unlösliche anorganische Calciumverbindung zu trennen und damit die Schmelzstruktur zu schädigen. Weiterhin stellte W a n d e l t fest, daß Chelation und Proteolyse einander nicht ausschließen.

Auf Grund elektronenmikroskopischer Untersuchungen beschrieb L e n z 1956 (14) den Kariesvorgang: Nach einer Auflockerung des Prismenverbandes entlang der Prismengrenzen werden die Gefüge der einzelnen Prismen in sich aufgelöst. Dadurch erfolgt eine Umkristallisation der Hydroxylapatite, und die Festigkeit des Schmelzes wird vermindert. Die Bakterien spielen im Initialstadium nach seiner Meinung keine direkte Rolle.

Aus der Vielzahl der hier erwähnten unterschiedlichen Auffassungen über diese Zahnerkrankung ist ersichtlich,daß es bisher nicht gelang, den absolut sicheren Beweis für die Berechtigung einer Theorie zu erbringen. Trotz der verschiedensten Versuche,die Kariesentstehung zu klären,kam man immer wieder auf die chemisch-parasitäre Theorie von Miller zurück. Die allgemein vertretene Meinung, daß die Karies vom Schmelz her beginnt, wird heute noch von Csernyei

und seinen Anhängern bestritten. Die Mehrzahl der Forscher vertritt - auch aus klinischen Erfahrungen heraus- die exogene Kariestheorie. Zahlreiche Beweise aus der praktischen Zahnheilkunde fundieren diese Auffassung. Wäre nicht jede konservierende Maßnahme ohne Sinn, wenn die Karies via pulpa entstünde ? Unsere Therapie erfolgt von der Mundhöhle aus und hat doch zu einer wesentlichen Eindämmung des Kariesablaufes geführt.

II. Die röntgenologische Darstellung der Caries incipiens in der Literatur

Zur Aufklärung der Entstehung der Karies bedient man sich der verschiedensten Untersuchungsmethoden. Um das verkalkte Zahngewebe darstellen zu können, versuchte man vor 3o Jahren , Zahnschliffe mit Grenzstrahlen zu foto - grafieren. Diese weichen Röntgenstrahlen differenzieren besonders deutlich die geringsten Dichteunterschiede des Gewebes. So kann jeder Entkalkungsbeginn sichtbar gemacht werden. Der Vorteil dieser Darstellungsweise liegt in der Verwendung nicht vorbehandelter Zahnschliffe.

Abb. 1 Abb. 3 von M e y e r (16) Dtsch. ZMK 1954 Deutlich ist ein strahlendurchlässigerer Bezirk im Schmelz zu erkennen. Die Retziusstreifen sind sichtbar. " Die Schmelzoberfläche ist für Röntgenlicht undurchlässig, weil sie offenbar dicht verkalkt ist. "

Die hohe Empfindlichkeit der Grenzstrahlen ermöglicht eine besonders gute Beobachtung des Initialstadiums der Karies.

Der intakte Schmelz erscheint auf dem Röntgenbild homogen hell, da seine anorganischen Bestandteile strahlenundurchlässig sind. Im Gegensatz dazu zeichnet sich das Dentin entsprechend seinem geringeren Gehalt an anorganischer Substanz dunkler, d.h. strahlendurchlässiger ab. Innerhalb beider Zahnhartgewebe sind am intakten Zahn keinerlei Unterschiede in der Absorption der Röntgenstrahlen zu erkennen.

T h e w l i s (2o) veröffentlichte 1934 seine Erfahrungen bei der Verwendung von Grenzstrahlen zur Darstellung von Schmelz und Dentin. Dazu stellte er Zahnschliffe mit einer Dicke von o,2 - o,3 mm her. Auf seinen Bildern fand er eine stärkere Absorption der Grenzstrahlen an der Schmelzoberfläche als in dem darunterliegenden Gewebe. Zwischen Pulpa und Dentin beobachtete er eine dunklere Linie, die auf einen geringeren Kalkgehalt des an dieser Stelle liegenden Dentins deutete. Sie entspricht der Zone des Prädentins.

1937 konnte er mit einem Mikrophotometer feststellen, daß die Intensität der mehr verkalkten Schmelzoberfläche an den verschiedenen Punkten differiert.

Auch K a r l s t r ö m (1931) hatte schon erklärt, daß " der Schmelz in der Außenschicht eine größere Härte und Dichte hat als der innere. " (zit. b. H o l l a n -

d e r - S a p e r 1935 (12)).

Für den unterschiedlichen Kalkgehalt machte Thewlis die Abrasion verantwortlich. Außerdem zeigte er, daß die Strahlenabsorption von der Peripherie zur Schmelz- Dentin- Grenze hin abnimmt. An dieser Grenze fand er auch einen geringeren Kalkgehalt im Dentin, wo sich ebenfalls die Strah - lendurchlässigkeit zum Pulpencavum hin vermehrt.

A p p l e b a u m prüfte gemeinsam mit H o l l a n d e r und B o e d e c k e r (2) die Darstellungsmethode mit Röntgenstrahlen nach. Dazu verwendeten sie Schliffe von 1 mm Dicke. Durch Wechsel der Stromspannung (5 - 18 kV) und der Belichtungszeit versuchten sie die optimale Empfind - lichkeit zu ermitteln. Da das Präparat und der Film in direktem Kontakt zueinander gebracht waren, wurden Verzerrungen des Bildes ausgeschlossen.

1938 beschrieb Applebaum (1) den Wechsel der Permeabilität des Schmelzes vom Zeitpunkt des Zahndurchbruches an verglichen mit Zähnen, die schon mehrere Jahre mit der Mundhöhlen Kontakt hatten. Somit müssen im Cavum oris Bedingungen gegeben sein, die einen Einfluß auf den Schmelz ausüben. In Röntgenbildern von Zahnschliffen fand er Entkalkungen unter einer intakten Schmelzoberfläche. Dazu zitierte er A n d r e s e n , nach dessen Auffassung die Caries incipiens unterbrochen sei, d.h. daß sich De- und Remineralisation miteinander abwechseln. Applebaum deutete

damit die Möglichkeit einer Remineralisation an. Das Zustandekommen des im Schmelz isoliert liegenden Defektes erklärte er 194o, indem er eine Andeutung von Thewlis zitierte:" Die Karies beginnt an Punkten in der Schmelzoberfläche , und danach erfolgt eine Unterminierung des Schmelzes."

Damit wären zwei Möglichkeiten gegeben, die intakte Oberfläche zu deuten :

1. Im Präparat sind die Eintrittspunkte für die Kraies nicht dargestellt.
2. Eine erneute Einlagerung von anorganischen Salzen in die Schmelzaußenschicht verursacht das Bild einer intakten Oberfläche.

Abb. 2 Abb. 6 von Applebaum J. Dent. Res. 1943 Im Schmelz isoliert liegende Aufhellung unter einer intakt erscheinenden Oberfläche. Der Prozeß folgt dem Verlauf der Retziusstreifen.

Mit einer ausgedehnten Versuchsreihe bemühten sich H o l l a n d e r und S a p e r (12) um die Aufklärung der Radioluzenten Linie an der Schmelzoberfläche. Die von Thewlis vertretene Meinung - es handle sich dabei um eine mehr verkalkte Außenfläche des Schmelzes - zweifelten sie an und stellten dem die Möglichkeit des Artefactes gegenüber. 27 Zahnschliffe mit einer Dicke von 150 - 200 µ wurden untersucht. Die aufgehellte Linie fanden sie in 25 Präparaten. Bei genauerem Studium der weißen Linie stellten sie Unterbrechungen dieser an einem oder mehreren Punkten fest. Ähnliche Befunde entdeckten sie auch an Stellen , wo Schmelzsprünge - künstlichen oder natürlichem Ursprungs - auftraten. Sowohl mit harten als auch mit weichen Röntgenstrahlen wurde diese Linie dargestellt. Sie hielten die radiopake Linie für ein fotografisch bedingtes Phänomen - den Mackie- Effekt.

H o d g e - van H u y s e n - S t a f f o r d und W a r r e n (11) prüften die obengenannten Erwägungen nach und konnten mittels eines Mikrodensitometers nachweisen, daß die Schmelzdichte vom Dentin zur Schmelzoberfläche hin zunimmt. Da die Schmelzdichte in Beziehung zum Calciumgehalt dieses Gewebes steht , sit die radiopake Außenschicht - wie auch Thewlis feststellte- durch einen erhöhten Calciumgehalt zu klären. " Der periphere Schmelz ist wirklich mehr radiopak als der innere Teil des Ge -

webes. "

1943 erwähnte Applebaum die Veröffentlichung von Hollander und Saper und zitierte die Dichtemessungen von Thewlis und Hodge und dessen Mitarbeitern. Damit hielt er für erwiesen, daß es sich um eine mehr verkalkte Außenfläche handelt und nicht um einen Photoeffekt.

Die Deutschen K r ü g e r und R a k u t t i s (19) kontrollierten 1952 nach, welche Kontraste bei geringen Dichteunterschieden in den Zahnhartgeweben auftraten. An o,1 - o,4 mm dicken Zahnschliffen beobachteten sie eine entkalkte Zone unter einer röntgenologisch als intakt dargestellten Schmelzoberfläche. 3o Zähne mit weißen Flecken wurden durchstrahlt, und um die Caries incipiens sichtbar zu machen, imprägnierten sie diese mit Argentum nitricum. Trotzdem fanden sie in den Röntgenbildern keine Eintrittspunkte für das $AgNO_3$. Die Entkalkung ist parallel zum Verlauf der Retziusstreifen zu erkennen, die wohl einen locus minoris resistentiae im Schmelz bilden. Aus allen untersuchten Zähnen wurde nur je ein Schliff hergestellt. Außerdem betteten sie die Präparate in Tetrachlorkohlenstoff ein, um an den Grenzflächen zweier Medien annähernd den gleichen Absorptionskoeffizienten zu gewähren. Damit sollten Brechungseffekte ausgeschlossen werden. An mehreren Schliffen entfernten sie vor der Röntgenaufnahme die Außenschicht mit Sandpapier und fanden auf diesen Bildern keine auf-

gehellte Zone an der Oberfläche. Daraus schlossen Krüger und Rakuttis, daß der Calciumgehalt der Schmelzaußen - schicht höher sein muß als im Schmelzinneren. Auch erwogen sie als Erklärung für die intakte Außenzone eine Remineralisation des kariösen Defektes vom Speichel aus.

Außerdem behandelten sie Zähne mit anorganischen Säuren und stellten fest, daß die Außenschicht des Schmel - zes weniger angegriffen wurde als die darunterliegenden Teile. Neigten sie doch zu der Auffassung, daß der röntgenologisch als intakt erscheinende Schmelzmantel durch einen erhöhten Calciumgehalt der Außenschicht bedingt ist.

Auch G a t t i n g konnte 1952 (8) bei Entkalkungsversuchen mit Ameisensäure nachweisen, daß " ... der an der Dentingrenze liegende Schmelz eher durch Säurewirkung demineralisiert wird als der an der Oberfläche gelegene". Mit Hilfe von Eosinfärbungen beobachtete sie, daß der Schmelz sich aus zwei Zonen zusammensetzt - einer zen - tral mineralärmeren und einer peripher mineralreicheren. Sie bohrte Kavitäten und füllte diese mit Säure - es trat eine Unterminierung des Schmelzes auf. Die beiden Schmelzzonen fehlten bei retinierten Zähnen, und sie schloß daraus , daß eine posteruptive Mineralisation stattfinden muß. Der an der Oberfläche gelegene Schmelz ist härter, und es erfolgt eine Mineralisation vom Speichel aus. Die

Breite der mineralreicheren Schicht nimmt mit dem Alter zu.

Als M e y e r 1954 (16) seine Erfahrungen mit Röntgenstrahlen veröffentlichte, wobei keinerlei Angaben über die technische Durchführung seiner Arbeit gemacht wurden, ließ er die Klärung der intakten Oberfläche offen. Wohl deutete er an, daß es - übereinstimmend mit P i n c u s - zu einem erneuten Ausfall der gelösten Kalksalze gekommen sei, erwog andrerseits aber eine eingetretene Remineralisation als Ursache für die intakte Schmelzoberfläche, blieb jedoch jeden Beweis dafür schuldig.

So nahm C s e r n y e i (4) in seiner Erwiderung auf die von Meyer veröffentlichte Darstellung des " Initials der Zahnkaries " für die intakte Oberfläche des Schmelzes mit folgender Erklärung Stellung: Er beobachtete in den Abbildungen Meyers gleichzeitige Veränderungen im Schmelz und Dentin, woraus er schloß, " die Karies ist ein endogener pathologischer Zustand der Pulpa , eines Sektors des Dentins und des Schmelzes, währenddessen durch einen biochemischen Prozeß im Dentin, die betreffenden Dentin- und Schmelzsektoren für die Bakterien passierbar und angreifbar werden . " Somit begänne die Karies mit einer Demineralisation des Dentins und dringe danach erst in den Schmelz ein. Dem ist entgegenzuhalten, daß auch zahlreiche Röntgenbilder veröffentlicht wurden, in denen

keinerlei Veränderungen im Dentin sichtbar werden, obwohl der Schmelz deutlich Zeichen eines Entkalkungsprozesses zeigt.

Schliffe mit einer Dicke von 5o µ und 1oo µ stellten G u z m a n -B r u d e h o l d und M e r m a g e n (1o) her. Auch sie untersuchten weiße Flecke im Schmelz und fanden entkalkte Bezirke unter einer intakten Oberflächenschicht, die durch ihre erhöhte Strahlendurchlässigkeit erkennbar waren. Die Läsion breitete sich vom Kontaktpunkt in Richtung der Schmelzprismen aus. Bei Untersuchung brauner Flecke beobachteten sie ein Variieren der Dichte der Schmelzoberfläche an den verschiedenen Punkten. Sie deuteten dabei auch an, daß die Karies mit einer Demineralisation beginnt. Eine erhöhte Widerstandsfähigkeit des äußeren Schmelzmantels gegenüber Säuren hielten sie für die eventuelle Ursache der unveränderten Oberflächenschicht. Aus den zahlreichen von ihnen hergestellten Röntgenbildern zogen sie den Schluß, daß die intakte Oberfläche entweder trotz Eindringen der Karies unverändert bliebe, oder daß eine Remineralisation stattgefunden haben müsse. Die Eintrittspunkte der Säuren in den Schmelz könnten so klein sein, daß sie röntgenologisch nicht sichtbar wären.

Die beiden Tschechen P l a c k o v a und P r i b y l (18) fertigten von 12o vitalen Zähnen Dünnschliffe an,

um zu untersuchen, wieso im Röntgenbild eine intakte Oberflächenschicht über einem Entkalkungsprozeß sichtbar ist. Besondere Schwierigkeiten bereitete ihnen die Präparat - herstellung, da die Außenpartien des Schmelzes oftmals ausbrachen. Ihre Veröffentlichung gliederten sie in Zähne mit weißen und braunen Flecken. Bei beiden Befunden sahen sie winzigste Unterbrechungen der radiopaken Schmelzoberfläche, doch nur in einem Teil der Präparate traten sie auf. " Bei stationärer Karies ist die Außenschicht besser erhalten als bei kreidigen Flecken " , und sie be - gründeten das mit der eingetretenen Remineralisation aus dem Speichel, die durch das längere Bestehen des Defektes weiterfortgeschritten war als im Initialstadium - beim kreidigen Fleck.

Eingehend beschäftigte sich der Amerikaner D a r - l i n g (6) mit dem Verlauf der Karies und ihrer Darstellung im Röntgenbild. Gleichzeitig prüfte er die Präparate mit durchfallendem und polarisiertem Licht und verglich die gewonnenen Ergebnisse miteinander. Er ging von der Kon - taktpunktkaries aus und stellte natürliche und künst - liche - durch Milchsäure erzeugte - Karies gegenüber.Radiografisch fand er eine gutverkalkte Zone an der Schmelzoberfläche über dem strahlendurchlässigeren Defekt. Die Gleichheit der Bilder bei natürlicher und künstlicher Karies veranlaßten ihn zu dem Schluß, daß die Karies mit

Entkalkung des Schmelzes beginnt. Die Ausbreitung erklärte er folgendermaßen: Die Kariesnoxe dringt durch kleinste Punkte in die Schmelzoberfläche und entwickelt sich darunter - unterminiert die Außenschicht. Er nahm an , daß die Eintrittspunkte an der Oberfläche wegen der Dikke der Schliffe nicht dargestellt wurden. Seiner Mei - nung nach besitzt der Schmelz einen Schutz gegen Karies. Dieser Schutz gehe durch die Abrasion verloren, auch fehle er bei gerade durchgebrochenen Zähnen.

1958 gab er einen zusammenfassenden Bericht über die Ergebnisse seiner Untersuchungen. Danach beginnt die Karies mit einer Veränderung der anorganischen Substanz des Schmelzes. Die ersten Anzeichen in den organischen Bestandteilen fand er kurz vor der Bildung der Kavität. Er stellte Zahnschliffe von 25 - 150 µ her und brachte während der Röntgenaufnahme das Präparat in direkten Kontakt mit dem Film. Im Radiogramm erschien die Schmelzoberfläche absolut intakt über dem kariösen Defekt im Gegensatz zu den Aufnahmen mit durchfallendem und po - larisiertem Licht. Mit letzteren entdeckte er im gleichem Präparat kleinste Unterbrechungen der Oberflächenkontinuität. Er folgerte aus seinen Ergebnissen, daß in der Außenschicht " schwache " Punkte seien, und zwar nannte er dabei die Retziusstreifen und die interprismatische Substanz.

Folgende Interpretationen der röntgenologisch als intakt erscheinenden Schmelzoberfläche über einem strahlendurchlässigeren Bezirk stehen sich in der Literatur gegenüber:

1. Die Schmelzoberfläche ist stärker verkalkt, und die Kariesnoxe dringt durch die kleinsten Punkte in den Schmelz ein.
2. Die Eintrittspunkte sind wegen der Schliffstärke nicht darstellbar.
3. Unterbrechungen der Schmelzoberfläche wurden nur bei einem Teil der Schliffe beobachtet.
4. Nach dem Eindringen der Karies ist eine Remineralisation des Schmelzmantels erfolgt.
5. Bei dem Kariesprozeß entstehende Calciumsalze sind wieder ausgefallen und haben die Unterbrechungen der Schmelzoberfläche wieder verschlossen.
6. Die Karies dringt von der Pulpa her in das Dentin ein, und der Schmelz ist von der Karies noch nicht angegriffen.

III. Die Problemstellung dieser Arbeit

Die Vielfalt der angeführten Erklärungen für die intakte Schmelzoberfläche in der Literatur gab Anlaß zu einer Überprüfung der Ergebnisse, da in keiner Darstellung ein absolut treffender Beweis für die aufgestellten Theorien erbracht worden ist.

Auf Anregung von Herrn Professor Harndt habe ich mir die Aufgabe gestellt, die Caries incipiens anhand von Serienschliffen röntgenologisch (im Grenzstrahlenbereich) darzustellen.

IV. Eigene Versuche

a) Präparatherstellung und Aufnahmetechnik der Röntgenbilder

Nach Extraktion wurden die Zähne in 1o % iger Formalinlösung aufbewahrt. Um aus einem Zahn mehrere Schliffe an den verschiedensten Punkten des weißen bzw. braunen Fleckes zu erhalten, wurden die Zähne mit einer Diamantscheibe geteilt. Danach sind die einzelnen Scheiben in glasklarem Kunststoff (Paladon) eingebettet worden, um das Herausbrechen der äußeren Schmelzschicht zu vermeiden. Damit war den Präparaten durch den Kunststoff eine Widerstandsfestigkeit gegeben, die keinerlei Einfluß auf die Qualität der Röntgenaufmahmen hatte.

Es wurden auf einer Karborundscheibe Schliffe hergestellt, die anschließend mit einer Polierscheibe entsprechend geglättet wurden.

Zur besseren Aufbewahrung und Fixierung beim Röntgen sind die Schliffe luftdicht in durchsichtige Folie eingeschweißt worden.

Anhaltspunkte für die Aufnahmetechnik gab die Beschreibung von R a k u t t i s - K r ü g e r (19). Ein Feinstrukturgerät - Müller Mikro 111 vom Röntgenwerk Hamburg - stand für die Röntgenaufnahmen zur Verfügung. In einem Abstand von 3o cm vom Focus wurden die Präparate angebracht und darauf Diapositiv- Platten von

der Firma Perutz gelegt. Um einen direkten Kontakt zwischen Schliff und Platte zu erhalten, sind beide mit einer Bleiplatte während der Belichtungszeit beschwert worden. (siehe Skizze Abb. 3)

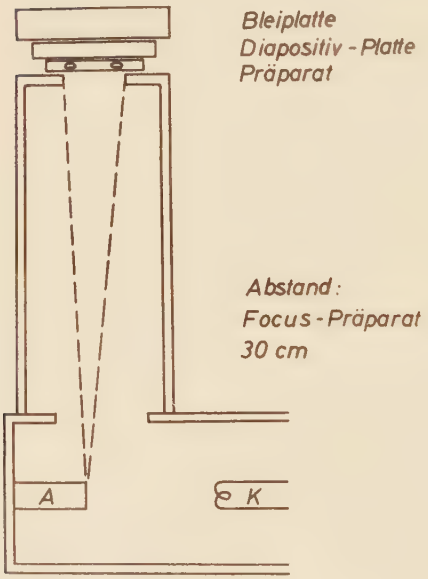


Abb. 3
Schematische Darstellung der Versuchsanordnung während der Aufnahmezeit

Die Diapositiv- Platten wurden 4 Minuten belichtet bei 15 kV und 2o mA, dabei entstanden durch Wechsel der Plattengradation und Belichtungszeiten die günstigsten Aufnahmen von den Entkalkungsprozessen im Schmelz. Mittels eines Ultraphotgerätes wurden die Röntgenbilder ausgewertet und

durch Fotografieren mit durchfallendem Licht vergrößert.

Zunächst wurden Röntgenbilder hergestellt , wie es in der Literatur beschrieben worden war. Jeder Zahn ergab einen Schliff; im Gegensatz zu den anschließenden Untersuchungen mit Serienschliffen aus einem Zahn. Meistenteils wurden Zähne mit braunen Flecken an den Approximalflächen ver - wendet , die makroskopisch keine Anhaltspunkte für Karies zeigten, die anderen waren mit weißen Flecken.

Eine genauere Betrachtung der Oberfläche der Karies - marken mit einer Lupenvergrößerung vor dem Beschleifen ließ innerhalb der bräunlichen Färbung keinerlei Sub - stanzverluste erkennen. Im Zentrum des Fleckes wurden oft- mals winzige Rauhigkeiten beobachtet. Der Rand war glatt und glänzend. Die Verfärbung wechselte vom hellsten bis zum dunkelsten Braun.

b) Ergebnisse

Abb. 4

Oberer Prämolar, o,o85 mm

Makr: brauner Fleck

Lupe :glatte glänzende Oberfläche

Rö : isoliert im Schmelz strahlendurchlässiger Bezirk, Außenschicht intakt, keine Dentinveränderung

Vergrößerung: 2 1/2 x 8

Abb. 5

Oberer Prämolar, o,o75 mm

Makr: brauner Fleck

Lupe: glatte Oberfläche, nur im Zentrum kleinste Rauhigkeiten

Rö: entlang den Retziusstreifen strahlendurchlässigerer Bezirk,Dentin nicht beteiligt

Vergrößerung: 2 1/2 x 8

Die Abbildungen 5 und 4 zeigen die gleichen Befunde, wie sie in der Literatur dargestellt worden sind. Auch hier ist kaum eine Erklärung für die entkalkten Bezirke im Schmelz zu finden, da die Oberfläche vollkommen intakt erscheint. Besonders auffallend ist, daß im Dentin keine Veränderungen sichtbar werden. Damit wäre das Eindringen der Kariesnoxe über die Pulpa als unwahrscheinlich auszuschließen, da anderenfalls im Dentin ebenfalls Entkalkungserscheinungen zu sehen sein müßten.

In der Versuchsreihe - jeder Zahn gibt einen Schliff - wurde folgendes Bild gefunden, das zu entsprechender Überlegung Anlaß gab.

Abb. 6

Oberer Prämolar, o,22 mm

Makr: brauner Fleck

Lupe: In den Randzonen glatte Oberfläche, im Zentrum rauh.

Rö: Von der Oberfläche ausgehend an 3 Stellen sich im Schmelz verbreitende Entkalkungsprozesse, Dentin unverändert

Vergrößerung: 2 1/2 x 8

Abb. 7

Abb. 8

Abb. 9

Die Abbildungen 7, 8 und 9 stammen von einem unteren Molaren. Die Schliffstärke beträgt o,26, o,28 und o,32 mm . Makroskopisch ist ein deutlich braungefärbter Fleck sichtbar, der in der Mitte stellenweise weißlich verfärbt ist. Mit der Lupe sieht man einen glatten Rand und im Zentrum geringe Rauhigkeit.

Röntgenologisch: In Abb. 6 liegt unter der absolut intakten Oberfläche eine dunklere Zone, die sich keilförmig zum Dentin hin erstreckt. Abb. 7 läßt schon deutlich den Ausbreitungsweg der Karies zum Dentin sichtbar werden. Auch hier erscheint die Oberfläche intakt. Im Schmelz ist auf Abb. 8 ein Substanzverlust erkennbar. Hier ist eindeutig der Eintritt der Karies getroffen.

Vergrößerung: 2 1/2 x 8

Auf den Abbildungen 1o, 11 und 12 ist nochmals dergleiche untere Molar dargestellt wie auf den vorherigen Bildern. Diesmal wurde der andere Kontaktpunkt untersucht. Die Schliffstärke beträgt o,26, o,28 und o,32 mm. Im Bereich des Kontaktpunktes ist ein brauner Fleck sichtbar. Mit der Lupe wurde eine rauhe Oberfläche beobachtet, die aber nicht als Einbruch anzusprechen ist.

Röntgenologisch:Abb. 1o zeigt das Randgebiet des braunen Fleckes, direkt unter der Oberfläche werden punktförmige entkalkte Bezirke sichtbar, die isoliert im Schmelz liegen. Der Schliff von Abb. 11 stellt die gegenüberliegende

Abb.1o

Abb.11

Abb.12

Seite der Kariesmarke dar. Unter der intakten Oberfläche erkennt man strahlendurchlässigere Bezirke , die durch einen verminderten Kalkgehalt bedingt sind. In Abb. 12 ist das Zentrum der Rauhigkeit getroffen, und die Verbindung des kariösen Prozesses mit dem Dentin wird sichtbar. Der widerstandsfähigere Schmelz ist durch die Karies unterminiert.
Vergrößerung: 2 1/2 x 8

Abb. 13

Abb. 14

Oberer Prämolar, o,33 und o,35 mm beträgt die Schliff - stärke.

Makroskopisch: ist ein dunkelbrauner Fleck sichtbar.

Mit der Lupe sieht man einen glatten Rand und im Zentrum Rauhigkeiten.

Röntgenologisch: Auf Abb.13 ist ein keilförmiger strahlendurchlässiger Bezirk sichtbar, der mit seiner Spitze zum Dentin hinweist. In Abb. 14 ist der Einbruch dargestellt , und im Dentin hat sich an dieser Stelle der Prozeß unterminierend weiterentwickelt.

Vergrößerung: 2 1/2 x 8

Abb. 15

Abb.16

Pat. E.R. , geb. 1935, 4/ stand auf Lücke zum Nachbar-

zahn

Makroskopisch: stecknadelkopfgroßer brauner Fleck

Lupe: glatter Rand, etwas rauh im Zentrum

Röntgenologisch: Die Oberfläche ist auf Abb. 15 nicht unterbrochen, darunter liegt ein entkalkter Prozeß, der sich keilförmig in Richtung Dentin ausbreitet. Da es sich um einen unterminierenden Defekt handelt, sieht man in Abb. 16 den Einbruch etwas oberhalb einer strahlendurchlässigeren Zone. Das Dentin ist in diesem Fall nicht beteiligt.

Vergrößerung: 2 1/2 x 8

Abb. 17

Abb. 18

Pat. M.P., geb. 1893, 4/ stand seit mehreren Jahren frei

Makroskopisch: brauner glattgescheuerter Kontaktpunkt

Lupe: im Zentrum dunkler braun und etwas rauh, Rand glatt

Röntgenologisch: Unter der Oberfläche erstreckt sich ein entkalkender Prozeß. Ohne Verbindung der im Schmelz liegenden strahlendurchlässigeren Zone zeigt sich auch im Den - tin eine Veränderung, die mit einem Mineralentzug einhergeht. Abb. 18 läßt die Eintrittsstellen erkennen. Gleichzeitig ist im Dentin - ausgehend von der Schmelz- Dentin-Grenze - eine Entkalkung sichtbar.

Vergrößerung: 2 1/1 x 8

Abb. 19

Abb. 20

Pat. H.H., geb. 1934, 5/ stand auf Lücke

Makr: Schwarzbrauner Kontaktpunkt

Lupe: glattes Randgebiet, in der Mitte etwas rauh

Rö: unterhalb der intakten Oberfläche erstreckt sich ein keilfärmiger entkalkender Prozeß, zum Dentin ist keine Verbindung zu erkennen (Abb. 19). Die Abb. 2o zeigt Unterbrechungen der Oberfläche, die als Eintrittspunkte anzusprechen sind. Auch hier fehlt die Beteiligung des Dentins.

Vergrößerung: 2 1/2 x 8

Abb. 21

Abb. 22

Ebenfalls Pat. H.H. ,geb. 1934, dergleiche 5/

Makr: der gegenüberliegende Kontaktpunkt zeigt einen

braunen Fleck

Lupe: glatte Oberfläche ohne Rauhigkeit

Rö: Abb. 21 stellt unter einer intakten Oberfläche einen entkalkten keilförmigen Prozeß dar, der auch im Dentin eine dunklere Zone sichtbar werden läßt. In Abb. 22 sieht man die unterbrochene Schmelzaußenschicht.

Vergrößerung: 2 1/2 x 8

Abb. 23

Abb. 24

Ebenfalls Pat. H. H. ,geb. 1934,/ 5 stand im Kontakt

Schliffstärke o,2o und o,22 mm

Makr: schwarzbrauner Fleck am Kontaktpunkt

Lupe: In der Mitte erscheint der Fleck etwas rauh

Rö: Abb. 23 zeigt zwei entkalkte Bezirke unter der Oberfläche, die isoliert im Schmelz liegen. In Abb. 24 sind die Eintrittsstellen zu sehen, auch im Dentin ist eine Veränderung zu finden. Der unterminierende Charakter ist auf diesem Bild besonders gut zu erkennen.

Vergrößerung: 2 1/2 x 8

Abb. 25

Abb. 26

Pat. H.B. , geb. 19o7, 4/ - es fehlte der Nachbarzahn nach distal

Schliffstärke o,47 mm

Makr: dunkelbrauner matter Fleck am Kontaktpunkt

Lupe: Im Bereich des Fleckes fehlt der Glanz

Rö: Auf Abb. 25 wird ein Entkalkungsprozeß sichtbar, der isoliert im Schmelz liegt. Die Oberfläche ist intakt, das Dentin ist an der Veränderung nicht beteiligt. In Abb. 25 sieht man einen Artefact , der durch das Beschleifen entstanden ist.

Der gleiche braune Fleck ist in Abb. 26 dargestellt und läßt die Eintrittspunkte der Karies erkennen.

Vergrößerung: 2 1/2 x 8

Abb, 27

Abb. 28

Pat. H. B., geb. 1907, 3/ stand beidseitig in engem Kontakt.

Schliffstärke 0,41 mm

Makr:hellbrauner Fleck am Kontaktpunkt

Lupe: am Rande glatt, im Zentrum matt und rauh

Rö: Direkt unter der Schmelzoberfläche ist eine ganz geringe Aufhellung sichtbar, die keinen Kontakt zur Ober - fläche hat. Auf Abb. 28 ist an dieser Stelle eine Unterbrechung in der Außenschicht zu erkennen. Auch in diesem Präparat ist keine Dentinbeteiligung zu sehen.

Vergrößerung:2 1/2 x 8

Abb. 29

Abb. 30

Pat. K.M., geb. 1907, 4/ hatte beidseitig Kontakt zu den Nachbarzähnen

Schliffstärke 0,46 mm

Makroskopisch: heller brauner Fleck an dem Kontaktpunkt

Lupe: Randzonen des Fleckes sind glänzend, zur Mitte hin matt

Röntgenologisch: Im Schmelz ist eine keilförmige Aufhellun sichtbar, deren Spitze zum Dentin hinweist. Die Schmelz - außenschicht erscheint unverändert. Beim Vergleich der Abb. 29 und 30 erkennt man, daß bei etwas tieferer Schlifflage die Abb. 30 eine Verbindung zur Oberfläche sichtbar werden ließe.

Vergrößerung: 2 1/2 x 8

Abb. 31

Abb. 32

Pat. H.B., geb. 1907, 3/'stand beidseitig in engem Kontakt

Schliffstärke 0,41 mm

Makroskopisch: am Kontaktpunkt brauner Fleck

Lupe: matt und etwas rauh im Zentrum

Röntgenologisch: In Abb. 31 ist eine geringe Aufhellung unter der intakten Oberfläche sichtbar. Keine Beteiligung des Dentins. Abb. 32 zeigt das Zentrum des kariösen Prozesses, Dentin ist beteiligt , und die Schmelzoberfläche läßt Unterbrechungen erkennen.

Vergrößerung: 2 1/2 x 8

Abb. 33

Abb. 34

Pat. A.Z., geb. 1908, / 5 hatte beidseitig Kontakt

Schliffstärke o,28 und o,34 mm

Makroskopisch: hellbrauner Fleck am Kontaktpunkt

Lupe: Randzonen glatt , im Zentrum matt

Röntgenologisch: Auf Abb. 33 ist unter der Oberfläche eine Aufhellung zu erkennen, Dentin ist nicht beteiligt. Die Außenschicht zeigt keine Veränderungen. Die Abb. 34 stellt denselben Kontaktpunkt mit braunem Fleck dar und läßt die defekte Schmelzoberfläche erkennen. Auch hier keine Beteiligung des Dentins.

Vergrößerung: 2 1/2 x 8

Abb. 35

Abb. 36

Pat. A.Z., geb. 19o8, $\overline{/5}$ hatte beidseitig Kontakt Schliffstärke o, 34 und o,43 mm

Makroskopisch: brauner Fleck

Röntgenologisch: Bei den Abb. 35 und 36 handelt es sich um den gleichen Zahn wie Abb. 33 und 34. Diesmal ist der distale Kontaktpunkt dargestellt. Abb. 35 zeigt eine langgestreckte Aufhellung unter einer gezackten Ober - fläche. An dieser Stelle ist in Abb. 36 die Unterbre - chung der Schmelzaußenschicht sichtbar. Das Dentin ist nicht beteiligt.

Vergrößerung: 2 1/2 x 8

V. F o l g e r u n g e n

Ausgehend von den Ergebnissen der bisherigen Untersuchungen mit weichen Röntgenstrahlen gaben die Unstimmigkeiten zwischen klinischen Bildern der Karies und den Röntgenaufnahmen den Anlaß zur Nachuntersuchung. Die Abbildungen 4 und 5 zeigen Schliffe mit ähnlichen Befunden wie sie bereits von Thewlis, Applebaum, Krüger, Guzman, Plackova und Darling veröffentlicht worden sind. Die Abbildung 6 verhalf weiter. Hier ist zwar der Schmelz kaum strahlendurchlässig unter der Oberfläche, jedoch werden in der Außenschicht Unterbrechungen sichtbar, die auf eine Veränderung der Schmelzoberfläche hinweisen.

Mit Hilfe einer Diamantscheibe war es möglich, aus einem relativ kleinen braunen Fleck mehrere Schliffe herzustellen. Damit erhöhte sich die Wahrscheinlichkeit, die defekte Außenschicht darstellen zu können.

Anhand der Serienschliffe ist ersichtlich, daß wohl ähnliche Röntgenaufnahmen - wie in der Literatur veröf - fentlicht - gefunden wurden, aber bei anderer Lage des Schliffes traten die Oberflächenunterbrechungen auf. Da im Schmelzmantel ein gewisser Schutz gegen Karies bestehen muß, sind die Eintrittspunkte so klein, was die Suche nach diesen besonders erschwert. Gegen das Herausbrechen der Schmelzaußenschicht bildete das Paladon einen sicheren Schutz, so daß Artefacte vermieden werden konnten.

Das Untersuchungsmaterial war sehr reichhaltig. Dabei wurden auch oftmals Zähne verwandt, die in der Mundhöhle in Kontakt zu dem Nachbarzahn standen. Diese trugen ebenfalls braune Flecke ohne klinisch als Karies ansprechbar zu sein. Mit der Sonde waren all diese Stellen hart. Da es sich bei den weißen Verfärbungen auch um entwicklungsgeschichtlich bedingte Verkalkungsstörungen handeln kann, wurden diese Zähne nicht benutzt. Die Schliffstärke schwankte, da alle Zähne mit der Hand auf einer Karborundscheibe beschliffen wurden.

Aus der Vielzahl der Abbildungen ist erkenntlich, daß es sich hier keineswegs um einen Zufallsbefund handelt.

Entscheidend für das Erkennen der Eintrittspunkte ist die Lage des Schliffes innerhalb des braunen Fleckes. Zu bedenken ist auch, daß im Röntgenbild nur zwei Ebenen im Raum dargestellt werden.

Besonders auffallend ist, daß das Dentin nicht immer in den Entkalkungsprozeß einbezogen ist. Vielfach liegt der Defekt ausschließlich im Schmelz (Abb. 4, 5, 15 und 16, 19 und 2o, 21 und 22, 25 und 26, 29 und 3o, 33 und 34). Die Dentinveränderungen sind abhängig von dem Vordringen der Karies. Somit ist ein pulpogenes Eindringen der cariogenen Ursache nicht eindeutig nachweisbar.

Die dargestellten Eintrittspunkte lassen den Schluß zu, daß die Karies den Schmelz von der Oberfläche her an-

gegriffen hat. Ihre Winzigkeit mag die oftmals vergebliche Suche nach den Schmelzunterbrechungen verursacht haben. Weshalb werden nur kleinste Eintrittspforten in der Schmelzaußenschicht erkennbar ? Die Schmelzoberfläche muß der Kariesnoxe einen gewissen Widerstand entgegensetzen. Findet man doch zahlreiche Patienten ohne jegliche Anzeichen von Zahnkaries. Wie G a t t i n g nachweisen konnte, setzt eine posteruptive Verkalkung des Schmelzes vom Speichel her ein. Dies bedingt eine größere Verkalkungsdichte der Schmelzoberfläche. So kann man mit T h e w l i s , der Schwankungen der Verkalkungsdichte in der Schmelzoberfläche nachwies, annehmen, daß Punkte geringeren Kalkgehaltes im Schmelzmantel der Karies das Vordringen in den Schmelz ermöglichen. Der abnehmende Calciumgehalt von der Peripherie zum Zentrum des Schmelzes erleichtert der Karies das rasche Ausbreiten unterhalb der äußeren Schmelzdecke.

Andrerseits wäre zu erwägen, ob nicht nach dem Eindringen der Karies in den Schmelz vom Speichel aus eine Wiederverkalkung der Oberfläche erfolgt ist. In den Abb. 8, 13, 15 und 16, 17, 21 und 22, 24, 33 und 34, 35 und 36, ist eine radioluzente oberflächliche Linie zu erkennen, die bis an die Schmelzunterbrechung heranreicht. Dies weist auf einen erhöhten Kalkgehalt hin, der durch Remineralisation bedingt sein kann.

Zwei Möglichkeiten als Erklärung für die kleinen Ein-

trittsstellen sind demnach gegeben:

1. Die Schmelzoberfläche setzt auf Grund ihres hohen Kalkgehaltes der Karies einen Widerstand entgegen, der zunächst nur an kleinsten Punkten von der Karies überwunden wird.
2. Nach dem Eindringen der Karies in den Schmelz erfolgt vom Speichel aus eine Remineralisation, wodurch der Defekt an der Oberfläche wieder verschlossen wird.

Das Auffinden der Eintrittspforten in der Schmelzoberfläche spricht für das Eindringen der Karies von der Mundhöhle aus.

VI. Diskussion

Vergleicht man die in der Literatur dargestellten Abbildungen und deren Deutung , so ist festzustellen, daß bisher nur jeweils ein Röntgenbild von dem entsprechenden " Defekt" aufgenommen wurde. Alle Autoren beriefen sich auf dieses eine Bild und zogen daraus recht unterschiedliche Schlüsse.

Thewlis versuchte den Grund für die nicht zu erklärende intakte Oberfläche in einem erhöhten Calciumgehalt der Außenschicht zu finden. Dem ist entgegenzuhalten, daß trotz der widerstandsfähigeren Schmelzdecke die Karies in das Zahnhartgewebe eingedrungen sein muß. Wohl fand er durch Bestimmen des Calciumgehaltes ein Variieren der Verkalkungsdichte, aber er konnte nicht nachweisen, wie es zur Entkalkung gekommen war. Auf Grund der gefundenen Eintrittspunkte im Schmelz können die unterschiedlichen Härtegrade an den verschiedenen Punkten der Schmelzoberfläche als locus minoris resistentiae angesprochen werden. An diesen Stellen dringt der entkalkende Faktor in das Zahnhartgewebe ein und unterminiert es. Wegen des geringeren Kalkgehaltes in den darunterliegenden Schichten kann die Karies rasch vordringen.

Applebaum hat sich über Jahre mit der Darstellung der Caries incipiens im Röntgenbild beschäftigt. Dabei stieß er auf zwei Erklärungen für die intakte Oberfläche. Ein-

mal erwähnte er die Remineralisation, und zum anderen deutete er das Fehlen der Eintrittspunkte in dem Schliff mit der Schliffstärke.

Das Eindringen der Karies durch die Schmelzoberfläche konnte nachgewiesen werden durch die Herstellung von Serienschliffen aus einem Zahn. Zu bedenken ist, daß die zwei abgebildeten Ebenen im Röntgenbild nicht unbedingt die Einbruchsstellen wiedergeben müssen. Konnte doch Gatting nachweisen, daß die Schmelzdecke einen höheren Calciumgehalt hat als das darunterliegende Gewebe. Damit wird dem Eindringen der Karies ein Widerstand entgegengesetzt, der nur an kleinsten Punkten unterbrochen werden kann.

Als Krüger und Rakuttis die Zähne mit Argentum nitricum imprägnierten, hofften sie, die Karies in ihrem Beginn darstellen zu können. Ihrer Meinung nach könne eine Remineralisation stattgefunden haben. Sie beobachteten den erhöhten Calciumgehalt der Schmelzoberfläche, konnten aber die darunterliegenden Defekte nicht eindeutig erklären. Man muß davon ausgehen, daß der erhöhte Kalkgehalt der Außenschicht - entstanden durch posteruptive Mineralisation - einen gewissen Schutz gegen das Eindringen der Karies bildet, und daß diese durch kleinste Punkte eindringt. Durch die direkt unter dem Schmelzmantel liegende weite Ausdehnung der Karies entstehen die nicht erklärbaren Röntgenbilder, und erst bei einer Viel-

zahl von Schliffen aus einem Zahn wurden die Eintritts - stellen gefunden.

Auch Guzman, Brudehold und Mermagen erklärten die Röntgenbilder mit einer eingetretenen Remineralisation. Trotzdem erwähnten sie die Möglichkeit, daß die winzigen Unterbrechungen nicht darstellbar seien, Wohl sind die Ein - trittspunkte in der Schmelzoberfläche sehr klein, so erstreckt sich doch die Ausdehnung der Karies unter diesem Mantel weit in die benachbarten Gewebsteile. Guzman, Brudehold und Mermagen konnten feststellen, daß die Karies mit einer Demineralisation beginnt. Sie erwogen ein Vordringen der Karies ohne Oberflächenveränderungen. Da die Passagen der Karies durch die Schmelzaußenschicht so klein sind, fehlten sie in den Röntgenbildern von Zähnen, die nur je einen Schliff ergaben.

Die beiden Tschechen Plackova und Pribyl stellten zwei Möglichkeiten zur Diskussion, um ihre gefundenen Röntgenaufnahmen zu deuten. Halten sie doch die Schmelzoberflä - che für resistenter gegen Karies als die darunterliegenden Schmelzpartien. Da sie nur in einem Teil der Röntgenbilder Oberflächenunterbrechungen fanden, neigen sie dazu, dies mit einer eingetretenen Remineralisation zu erklären. Es ist anzunehmen, daß der Grund für das Fehlen der Eintrittspunkte in den anderen Aufnahmen in der Lage des Schliffes zu suchen ist. Übereinstimmend mit Plackova

und Pribyl kann festgestellt werden, daß der Karies von dem Schmelzmantel ein Widerstand entgegengesetzt wird. Deshalb sind nur kleinste Eintrittspforten zu finden, obwohl im Schmelz ein großer unterminierender Defekt sichtbar wird.

Darlings Ergebnisse mit durchfallendem und polarisiertem Licht sind in Einklang mit den hier wiedergegebenen Abbildungen zu bringen. Das Röntgenbild entbehrt der räumlichen Wiedergabe eines Schliffes. Auch können die kleinsten Unterbrechungen in der Schmelzoberfläche überdeckt sein durch die Schliffstärke. Mit Hilfe der Herstellung mehrerer Schliffe können Darlings Befunde mit durchfallendem und polarisiertem Licht bestätigt werden. Der erhöhte Kalkgehalt des Schmelzmantels bildet einen Schutz, so daß die Karies nur an den winzigen Punkten angreifen kann. Deshalb ist der äußere Defekt so wesentlich geringer als in dem darunterliegenden Schmelzgewebe. Damit wäre eine Erklärung gegeben, warum die Röntgenbilder keine Oberflächenveränderungen wiedergeben.

Alle Autoren gingen vom Eindringen der cariogenen Ursache durch den Schmelz aus.

In seinem Artikel " Initial der Zahnkaries " stellte Meyer Schlußfolgerungen auf, die wert sind, hier zitiert zu werden. Für ihn besteht keine Möglichkeit, daß Säuren durch die Schmelzoberflache diffundieren können. Auch

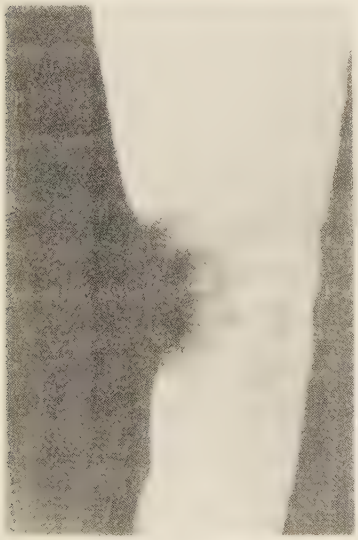
lehnt er eine Schutzwirkung des Schmelzmantels gegen Karies ab, indem er erklärt; " denn ich fand allererste Anfänge der Schmelzkaries, in denen die Außenschicht nach dem Röntgenbilde als entkalkt angepsrochen werden muß." Als Erklärung für die Befunde auf den Röntgenbildern beschreibt er den Verlauf der Karies folgendermaßen: Die Bakterien dringen durch den Schmelz ein, bahnen sich eine schmale Passage und setzen sich an der Schmelz- Dentin-Grenze fest. Dort kommt es zur Entkalkung und Unterminierung des Schmelzes, wonach ein Einbrechen der Außenschicht zu erwarten ist. In seinen Röntgenbildern fand auch er die intakte Oberfläche trotz der darunterliegenden Entkalkung.

Abb. 37

Die Abbildung 6 bei Meyer trägt folgende Beschriftung:" Die Oberfläche ist zweifellos ganz intensiv verkalkt." Doch kann man auf diesem Bild die Unterbrechung der Oberfläche deutlich erkennen. Auffallend ist auch, daß das Dentin nicht betei - ligt ist.
(Dtsch. ZMK 1954 (16))

Er versucht es zu deuten, indem er Pincus zitiert, der ein erneutes Ausfallen der gelösten Kalksalze an der Schmelzoberfläche vertritt, und zum anderen könne man eine Remineralisation erwägen.

Betrachtet man seine Röntgenbilder genauer, so muß man erkennen, daß die Oberfläche nicht mit Sicherheit als intakt anzusprechen ist. Vielmehr lassen sie den Schluß zu, läge der Schliff etwas tiefer, so wären die Eintrittsstellen dargestellt worden.



Auch in Abb. 38 (bei Meyer Abb. 1o Dtsch. ZMK 1954) kann nicht von einer intakten Oberfläche gesprochen werden, denn die äußere Begrenzung verläuft wellenartig und läßt Mineralisierungsunterschiede erkennen.

Abb. 38

Noch eine andere Erklärung für die Röntgenaufnahmen von

Meyer hat Csernyei, der zu den Befunden in einer Erwiderung Stellung nahm. Ausgangspunkt für seine Entgegnung ist: " Die Karies ist eigentlich die Krankheit des Dentins vitaler Zähne. Gleichzeitig mit dem Erscheinen des ersten klinischen Zeichens, dem braunen Fleck am Schmelz, kann man röntgenologisch in dem entsprechenden Dentinsektor eine demineralisierende Zone feststellen. An Zahnschliffen erscheint diese demineralisierte Zone transparent: sie absorbiert die Röntgenstrahlen weniger als das übrige Dentin. "

Da Csernyei ein Anhänger der endogenen Kariestheorie ist, sieht er in den Dentinveränderungen einen Beweis für seine Auffassung. Er entgegnet Meyer :" Eine Sprengwirkung der Bakterien an der Schmelz- Dentin- Grenze, nach der Auffassung Meyers, kann man sich nicht leicht vorstellen, weil in diesem Stadium des kariösen Prozesses, wo noch kein direkter Durchgang zwischen Schmelz- Dentin- Grenze und Schmelzoberfläche da ist, keine Bakterien da sein können."

Betrachtet man die Abbildungen 4, 5, 15 und 16, 19 und 2o, 25 und 26, 29 und 3o, so muß daraus geschlossen werden, daß keineswegs in jedem Röntgenbild Veränderungen des Dentins sichtbar sind. Auch lehrt die Praxis, daß sowohl vitale als auch devitale Zähne gleichermaßen von Karies befallen werden. Wie sollte die cariogene Ursache in das Dentin eindringen, wenn eine Wurzelfüllung die Verbindung zum Organismus unterbricht ? Will man mit Cser -

nyei den Kariesvorgang als endogenen Prozeß ansehen, so gibt es für devitale Zähne mit Karies keine Erklärung. Anhand der hier dargelegten Röntgenbefunde kann man die Karies als einen exogenen Vorgang, wie die Unterbrechungen der Schmelzoberfläche zeigen, betrachten. Da die Eintrittspunkte derart klein sind, konnten sie nur durch Herstel - lung mehrerer Schliffe aus einem braunen Fleck gefunden und dargestellt werden.

Ob die Einbruchsstellen zu Beginn der Karies die gleiche Ausdehnung umfassen - wie hier dargestellt - ist röntgenologisch nicht mit Sicherheit zu beweisen. Ist doch nicht festzustellen, wielange eine Karies zum Zeitpunkt der Extraktion schon besteht. Einmal können die kleinen Eintrittspunkte bedingt sein durch den erhöhten Kalkgehalt der Schmelzoberfläche, und zum anderen kann eine Remineralisation der Schmelzaußenschicht eingetreten sein.

VII. Zusammenfassung

1. Um die anhand von Röntgenbildern veröffentlichten Befunde nachzuprüfen, wurde aus einem Zahn ein Schliff hergestellt. Dieser ergab - wie in der Literatur angeführt - einen Entkalkunsprozeß, isoliert im Schmelz liegend, unter einer intakt erscheinenden Oberfläche.
2. Mittels einer Diamantscheibe war es möglich, aus einem Zahn mehrere Schliffe herzustellen. Somit konnten die verschiedenen Punkte des Defektes sichtbar gemacht werden.
   Das Herausbrechen des Schmelzmantels bei der Präparatherstellung wurde durch das Einbetten in Paladon verhindert.
3. Anhand von Serienschliffen war es möglich, Schmelzunterbrechungen abzubilden.
4. Wie Thwelis, Hodge, Gatting u. a. nachweisen konnten, ist die Schmelzoberfläche stärker verkalkt als das darunterliegende Gewebe. Die Winzigkeit der Einbruchsstellen wäre durch den erhöhten Kalkgehalt der Oberfläche zu erklären. Andererseits ist eine eingetretene Remineralisation nicht auszuschließen.
5. Bedingt durch die Schliffstärke können die Schmelzunterbrechungen im Röntgenbild überdeckt sein.
6. Aus den Röntgenaufnahmen ist ersichtlich, daß das Dentin keineswegs immer mit befallen ist.

7. Die Caries incipiens ist eine Krankheit, die exogen den Zahn befällt, du rch den Schmelzmantel eindringt, den Schmelz unterminiert und erst danach zum Einbruch des Zahnhartgewebes führt.

VIII. Literaturverzeichnis

1. Applebaum, D.
"Incipient Dental Caries" J.Dent.Res. 12 S.619 (1932)
"Tissue Changes in Caries" Dent. Cosmos 77 S.931 (1935)
"Mottles Enamel" Dent. Cosmos 78 S.969 (1936)
"Grenz-ray-studies of the Calcification of Enamel" J. Dent. Res. 1938 S.181
"The Radiopaque Layer of Enamel Caries"J.Dent.Res.194o H.1
"Grenz-ray-studies of Enamel Matrix Formation and Calcification" J. Dent. Res. 1943 S. 7

2. Applebaum- Hollander- Boedecker :
"Normal and Pathologic Variations in Calcification of teeth as shown in the Use of Soft X-rays" Dent. Cosmos 75 S. 1o97 (1933)

3. Baumgartner, E.:
"Über das Wesen der Zahnkaries" Mschr. Zahnhk.Berlin 1911

4. Csernyei, J.:
"Das Initial der Zahnkaries" Dtsch.Zahn-Mund-Kieferhk. Bd. 24 S.19o (1956)

5. Crabb - Darling :
"X-ray Investigations of Human Dental Enamel" J. Dent. Res. 32 S.731 (1953)

6. Darling, A. I.:
"Studies of the Early Lesion of the Enamel Caries with Transmitted Light,Polarised Light and Radiography" Brit. Dent. J. Bd. 1o1 S.289 (1956)
"X-ray Absorption Studies of Human Dental Enamel" Oral. Surg. S.Louis 9 H.9 S.995 (1956)
"Studies of the Early Lesion of Enamel Caries" Brit. Dent. J. 1958 S.119

"The Pathology and Prevention of Caries" Brit. Dent. J. 1959 S.287

7. Eggers - Lura, H.:
"Bedeutung der Enzyme der Kariespathogenese" ZMK in Vorträgen H. 4

8. Gatting, E.:
"Untersuchungen über die exogene posteruptive Mine - ralisation des menschlichen Zahnschmelzes" Med. Diss. Berlin 1952

9. Gottlieb, B.:
Dental Caries 1947 Philadelphia

1o. Guzman - Brudehold - Mermagen :
"A Soft Roentgen-ray-study of Early Carious Lesions" J. Amer. Dent. Ass. 1957 H.4 S.5o9

11. Hodge - van Huysen - Warren :
"Factors Influencing the Quantitative Measurement of the Roentgen Ray Absorption of the Tooth Slabs" Amer. J. Roentgenol. S.529 (1937)

12. Hollander - Paper:
"The Apparent Radiopaque Surface-Layer of the Enamel" Dent. Cosmos 77 S.1187 (1935)

13. Hollander, F.:
"The Degree of Calcification of Teeth - what it means and how we measure it" Dent.Cosmos 78 S.1143 (1936)

14. Lenz,H.:
" Elektronenmikroskopische Untersuchungen bei beginnender Schmelzkaries" Zahnärztl.Rdsch. Berlin 1956 H.2 S.285

15. Mathis, H.:
Caries dentium 1947 Wien

16. Meyer, W.:
"Das Initial der Zahnkaries" Dtsch.Zahn-Mund-Kieferhk. 1954 S.265
Lehrbuch der Zahn- Mund- Kieferheilkunde 1958 München S. 495

17. Pincus,P.:
"Pathogenesis of Dental Caries" Brit.Dent.J.1944 S.231
"New Hypothesis of Dental Caries"J.California Dent. Ass. 26 S.16 (1950)

18. Plackova - Pribyl :
"Das Mikroreliefbild und das Mikroröntgenogramm der initialen und stationären Karies des Schmelzes" Dtsch.Zahn-Mund-Kieferhk. 1958 S.455

19. Rakuttis - Krüger :
"Das Röntgenbild der Hartsubstanzen des normalen und kariösen Zahnes" Dtsch.zahnärztl.Zschr.1952 S.141

20. Thewlis, J.:
"The Structure of Teeth" BRit.Dent.J. 53 S.655(1932)
"X-ray Examinations ofHuman Teeth" Brit.Dent.J. 1934 S,457
"The Calcification of Enamel and Dentin" Brit. Dent. J. 1937 S.303
"X-ray Examination of Enamel "Dent.Rec. London 61 S.33

21. Wandelt, S.:
"Das Chelat- Phänomen als möglicher Faktor in der Kariesätiologie" Med. Diss. Berlin 1958

Für die Überlassung des Themas und die bereitwillig gewährte Unterstützung bei der Durchführung der Versuche danke ich Herrn Prof. Dr.med.,Dr. med. dent. E. Harndt.

Herrn Prof. Dr.med. W. Frommhold bin ich zu Dank verpflichtet für die großzügige Hilfe bei der Herstellung der Röntgenaufnahmen.

Frau F. Krämer gab mir wertvolle Ratschläge bei der Präparatanfertigung.

L e b e n s l a u f

Am 24. Februar 1937 wurde ich als Tochter des Apothekers Carl R i t t n e r und seiner Ehefrau Gerda geb. Großmann in Dresden geboren. Nach 12- jährigem Schulbesuch bestand ich im Juli 1955 mein Abitur. Anschließend ließ ich mich im Herbst 1955 an der medizinischen Fakultät der Humboldt-Universität Berlin für Zahnmedizin immatrikulieren. Dort legte ich im SS 1957 mein Physicum ab. Im WS 1959/6o und SS 196o studierte ich an der Freien Universität Berlin und schloß dort im WS 196o/61 mein Studium mit dem Staatsexamen ab. Seitdem arbeite ich als angestellte Zahnärztin in der freien Praxis.